

**Клімов С. В., к.т.н., доцент, Никончук В. М., д.е.н., професор,
Хітров І. О., к.т.н., доцент** (Національний університет водного
господарства та природокористування, м. Рівне,
s.v.klimov@nuwm.edu.ua)

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Штучний інтелект (ШІ) все більше впливає на формування майбутнього, транспортних технологій в цілому і автомобільного транспорту зокрема. Все більше пропонується інноваційних рішень щодо підвищення безпеки, ефективності та усталеного розвитку впровадження ШІ. Тому в даному дослідженні проведено аналіз сучасного стану та перспективних напрямків впровадження ШІ в інформаційних системах на автомобільному транспорті. Наведено аналіз переваг та недоліків такого впровадження, які запобіжники прогнозованим ризикам запроваджуються.

Аналіз прогнозованих шляхів впровадження ШІ дозволив виокремити ряд найбільш перспективних, сфер: Створення автономних транспортних засобів, управління дорожнім рухом, прогнозоване технічне обслуговування, оптимізація громадського транспорту та індивідуальні транспортні послуги, ланцюги постачання та логістика, безпека.

Наведено класифікацію рівнів автоматизації ТЗ, проаналізовано переваги застосування ШІ для автономних транспортних засобів (зменшення кількості ДТП через помилки водіїв, мобільність молоді та маломобільних груп, вивільнення людини та ін.).

Також розглядається важливість і багатогранність безпеки в транспортних технологіях. Порушення безпеки транспортних засобів може призвести до аварій, створюючи загрозу для життя та здоров'я пасажирів і пішоходів, несанкціонованого доступу, кібератак і маніпуляцій. Проаналізовано, як відеоаналітика та розпізнавання об'єктів штучним інтелектом підвищує безпеку,

виявляючи підозрілі дії в транспортних вузлах.

Серед питань, які потребують вирішення перед широким впровадження технологій ШІ, також є питання конфіденційності людини, справедливості доступ до нових технологій, соціальні та економічні наслідки, громадська довіра та прийняття.

Ключові слова: штучний інтелект; інформаційні системи; транспортні системи; автомобільний транспорт; транспортні технології; надійність.

Постановка проблеми. Штучний інтелект (ШІ) все більше впливає на формування майбутнього, транспортних технологій в цілому і автомобільного транспорту зокрема. Все більше пропонується інноваційних рішень щодо підвищення безпеки, ефективності та усталеного розвитку впровадження ШІ.

Актуальність теми. У роботі розглянуто сучасний стан застосування технологій ШІ на автомобільному транспорті, що, зокрема, відображене в аналізі останніх наукових публікацій в цій галузі.

Мета дослідження. Метою дослідження було провести аналіз сучасного стану та перспективних напрямів впровадження ШІ в інформаційних системах на автомобільному транспорті. Наведено аналіз переваг та недоліків такого впровадження, які запобіжники прогнозованим ризикам запроваджуються.

Об'єкт дослідження: технології штучного інтелекту в інформаційних системах на автомобільному транспорті.

Предмет дослідження: наукові публікації за напрямом застосування технологій штучного інтелекту в інформаційних системах на автомобільному транспорті, зокрема з використанням наукометричних баз даних Scopus, Web of Science, Springer, Google Scholar, офіційні сайти державних структур, що розробляють і впроваджують транспортну політику.

Методи дослідження. Пошуку літератури можна розділити на два етапи, а саме систематичний пошук і пошук у вигляді снігового кома (Snowball) [1]. На етапі систематичного пошуку ми застосували метод пріоритетних звітних елементів для систематичних оглядів і мета-аналізів (PRISMA) [2]. Цей метод є одним із найпоширеніших методів проведення систематичних оглядів. У цьому дослідженні ми визначили перелік релевантних ключових слів за темою (Use

keywords like «artificial intelligence», «transportation», «autonomous vehicle» and related terms to search for articles).

Наприклад, за ключовим словом «Predictive Maintenance» – 455 результатів, для «autonomous vehicle» в sciencedirect було знайдено 79034 результати (рис. 1), після фільтру за вказаними автором ключовими словам обсяг скоротився до 8597, з яких оглядових статей 5 532/242 (до та після фільтра), дослідницьких статей 58 969 / 7 697. Предметні області «інженерія» – 32 883 / 5 436 публікацій, в «комп'ютерних науках» – 14 997 / 1 646. З огляду на значні обсяги публікацій були створені додаткові фільтри, зокрема за типом джерела, за кількістю цитувань, щоб визначити найбільш впливові статті та журнали.

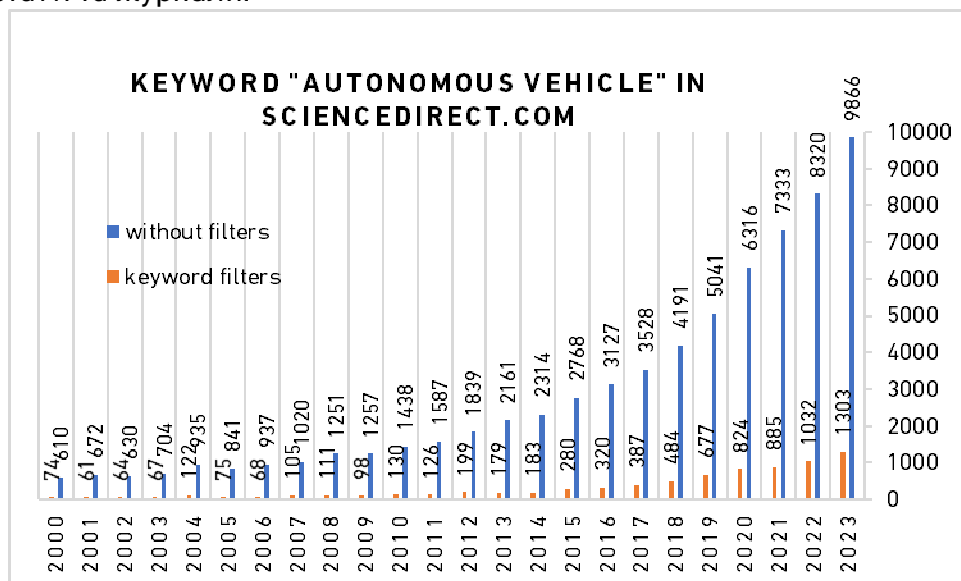


Рис. 1. Результати пошуку за ключовим словом «autonomous vehicle» в <https://www.sciencedirect.com/>

На основі вищезазначених кроків складено список журналів, які мають значну кількість цитувань у сфері штучного інтелекту на транспорті.

За цими критеріями було визначено, що найбільш впливовими, зокрема за кількістю статей за тематикою дослідження, є наступні видання, які можуть бути відправними точками подальших досліджень:

- Transportation Research Part C: Emerging Technologies <https://www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-part->

c-emerging-technologies CiteScore – 15.5, Impact Factor – 8.3.

- IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (T-ITS) <https://www.sciencedirect.com/org/journal/journal-of-intelligent-transportation-systems> <https://ieeeditss.org/pub/t-its/> : CiteScore (Scopus) – 8.5 (2022), Impact Factor – 3,6 (2022), SNIP – 1.775 (2022) (Source Normalized Impact per Paper): кількість цитувань на статтю в журналі поділено на потенціал цитування в галузі.

- Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations <https://www.sciencedirect.com/org/journal/journal-of-intelligent-transportation-systems> <https://www.tandfonline.com/journals/gits20> .

- Transportmetrica B: Transport Dynamics <https://www.tandfonline.com/journals/ttrb20> <https://www.sciencedirect.com/org/journal/transportmetrica-a-transport-science> .

Результати досліджень і обговорення. Аналіз прогнозованих шляхів впровадження ШІ дозволяє виокремити найбільш перспективні, з огляду на сьогодишнє бачення, сфери:

1. Створення автономних транспортних засобів.
2. Управління дорожнім рухом.
3. Прогнозоване технічне обслуговування.
4. Оптимізація громадського транспорту та індивідуальні транспортні послуги.
5. Ланцюги постачання та логістика.
6. Безпека.

Розглянемо ці сфери більш детально.

1. Створення автономних транспортних засобів. Для цього ШІ застосовується при вирішенні питань навігації та планування маршруту [3]. Алгоритми ШІ допомагають автономним транспортним засобам (Autonomous vehicles – AVs) орієнтуватися в складних умовах, аналізуючи дані з лідарів, радарів, відео камер та інших датчиків контролю зовнішньої обстановки, для прийняття рішень в режимі реального часу про найкращий маршрут руху.

Товариство інженерів автомобільної промисловості (The Society of Automotive Engineers – SAE) визначає 6 рівнів автоматизації транспортних засобів (ТЗ): від 0 – без автоматизації до 5 – повна автоматизація [4]. Згідно з нею більшість діючих на сьогодні автоматизованих ТЗ – це так звані безпілотні транспортні засоби (self-driving vehicles), які мають рівень 3 або 4, тобто транспортний

засіб може керувати самостійно, але людина-пасажир завжди повинна бути присутньою у ТЗ, щоб за потребою взяти ТЗ під свій контроль, тоді як AVs є транспортними засобами 5 рівня [5]:

Level 0: No Driving Automation (Без автоматизації водіння);

Level 1: Driver Assistance (Асистент водія);

Level 2: Partial Driving Automation (Часткова автоматизація водіння);

Level 3: Conditional Driving Automation (Умовна автоматизація водіння);

Level 4: High Driving Automation (Високий рівень автоматизації водіння);

Level 5: Full Driving Automation (Повна автоматизація водіння).

Звернемо увагу на те, що в основу вищенаведеної класифікації закладено, яку роль виконує кожний з трьох учасників завдання динамічного водіння (dynamic driving task – DDT) – людина (користувач), система автоматизації водіння (the driving automation system) та інші системи та компоненти автомобіля. Наприклад, якщо водій не стежить за проїжджою частиною під час увімкнення системи адаптивного круїз-контролю рівня 1 (adaptive cruise control – ACC), водій все одно виконує роль водія, навіть якщо він/вона нею нехтує. Хоча на сьогодні можна говорити про суттєве зменшення уваги, яку приділяє водій дорожнім умовам при включеному автопілоті (Autopilot – AP, Tesla) [6], хоча ця система і не належить до AVs 5 рівня.

Також класифікація рівнів автоматизації ТЗ не враховує роботи деяких систем, зокрема систем активної безпеки: електронний контроль стійкості (electronic stability control – ESC) і автоматичне екстрене гальмування (automatic emergency braking – AEB), а також певні типи систем допомоги водієві, наприклад система підтримки смуги руху (lane keeping assistance – LKA), оскільки вони виконують втручання в процес DDT тільки під час потенційно небезпечних ситуацій.

Отже, застосування ШІ для AVs надає ряд переваг, зокрема зменшуючи кількість ДТП через помилки водіїв [7; 8]. За даними Бюро транспортної статистики в США з усіх смертельних аварій 41% виникали через сп'яніння, 10% через розсіяний стан та 2,5% від втоми [9]. Кількість автомобільних аварій з вини водія продовжує збільшуватись. Наприклад, у 2021 році в США 13 384 людини загинули в результаті ДТП, коли водії були за кермом у нетверезому стані – це ще на 14% більше, ніж у 2020 році [10]. В цілому ж

Національна адміністрація безпеки дорожнього руху [11], стверджує, що понад 90% аварій спричинені людськими помилками [9].

Також запровадження ШІ на AVs дозволить збільшити мобільність молоді, яка не досягла віку водіїв, людей похилого віку та інвалідів. Пасажири AVs зможуть витратити час в дорозі на відпочинок чи іншу продуктивну працю. Оптимізується трафік, зменшиться витрата пального, зменшиться потреба у місцях під паркування в центрі міст та ін.

Однак широке впровадження ШІ вимагає відповіді на питання: наскільки безпечні AVs? За даними Бюро транспортної статистики США частота смертельних випадків складає 1,09 на 100 мільйонів миль, які проїжджають звичайні ТЗ, зареєстрованих травм 77 на 100 мільйонів миль [9]. В той же час за результатами проекту Google Self-Driving Car з 2009 по 2015 рік сталося 11 аварій на 1,3 мільйона миль [12], що в цілому співставимо. За даними Інституту транспортних досліджень Мічиганського університету (the University of Michigan Transportation Research Institute, UMTRI) [13], частота аварій з автономними ТЗ (AV, Level 3) навіть більша, через обов'язкову фіксацію таких ДТП, на відміну від ДТП де учасниками пригоди є тільки люди, а також через непристосованість багатьох учасників дорожнього руху до більш консервативного водіння AV, що призводить до аварій з вини людини [13]. З огляду на останнє зауваження маємо зробити висновок, що як і показано в [14], при аналізі ДТП необхідно враховувати багато факторів, навіть не пов'язаних із діями самого ШІ. Необхідно враховувати і готовність соціуму до прийняття ШІ на дорозі, вироблення довіри до ШІ, що добре проаналізовано в [15], а наведено розгорнуті відповіді на більшість питань, які стос.

Тому, хоч і застосування ШІ на автономних ТЗ надає багато можливостей, однак їх впровадження в повсякденну практику вимагає перевірки ряду пересторог. Для перевірки ТЗ в реальних умовах до останнього часу найефективнішим способом був тест-драйв. Однак, згідно досліджень [16] та [9] відстань, на якій має бути протестовано нову технологію, зокрема автоматизованого водіння, складає від 10^6 до 10^9 кілометрів, а вартість тестування в реальному транспортному середовищі за [17] складає 2,65 євро за кілометр. Однак є і програми підтримки автоматизованого водіння, такі як стратегія GEAR 2030 [18] та інші [19]. ШІ дозволить виявляти та

розпізнавати об'єкти на дорозі: пішоходи, транспортні засоби та інші перешкоди, забезпечуючи безпечну навігацію. Проводиться пошук оптимальних алгоритмів для виявлення тих чи інших перешкод [20].

2. Управління дорожнім рухом. До цієї сфери застосування ШІ можна віднести моніторинг заторів, виявлення інцидентів, створення «розумних перехресть» та ін.

ШІ може аналізувати схеми транспортних потоків, виявляти вузькі місця і надавати інформацію в режимі реального часу, щоб допомогти в управлінні дорожнім рухом і зменшити затори. Зокрема, застосовуючи методи навчання CNN, LSTM на основі просторово-часових даних дорожнього руху, включаючи погоду, часові параметри та параметри транспортного потоку, враховуючи дані про історичні дорожньо-транспортні пригоди, тощо запропонована схема прогнозування ризику трафіку, яка називається CLwST [21]. ШІ може прогнозувати ситуації, що дозволяє покращити стратегії управління дорожнім рухом [22].

Системи моніторингу на основі ШІ можуть швидко виявляти нещасні випадки або дорожні інциденти, що скорочує час реагування екстрених служб. Наприклад Національне управління автомобільних доріг Індії (NHAI) з 2020 року впроваджує моніторинг в режимі реального часу на магістралях за допомогою штучного інтелекту та аналітики великих даних [23], [24]. Також в [25] описано досвід застосування технології ШІ для оптимізації заходів з технічного обслуговування автомагістралей, заощаджуючи на 20% щорічні витрати на технічне обслуговування, зокрема на очищення близько 125 000 дренажних водоприймачів (drainage gullies), щоб запобігти затопленню і підтримувати безперебійну роботу доріг.

Проект RoadEye пропонує інтегровану програму для моніторингу стану доріг, яка у режимі реального часу за допомогою камери зможе відстежувати та виявляти стан дорожнього покриття на відстані від 5 до 25 метрів від транспортного засобу на основі комп'ютерного зору та методів машинного/глибокого навчання [3], [26].

ШІ дозволяє оптимізувати роботу світлофорів на основі даних про дорожню обстановку в реальному часі. Аналіз існуючих моделей та свій підхід висвітлено в [27].

3. Прогнозоване технічне обслуговування. Моніторинг стану транспортного засобу: Алгоритми ШІ аналізують дані з датчиків [48] і діагностики, щоб передбачити, коли транспортний засіб або його

компоненти можуть потребувати технічного обслуговування, скорочуючи час простою і підвищуючи загальну ефективність [28].

4. Оптимізація громадського транспорту та оптимізація маршрутів.

Прогнозування попиту: ШІ-моделі аналізують дані для прогнозування попиту на послуги громадського транспорту, що дає змогу краще розподіляти ресурси та складати розклади. Алгоритми оптимізують маршрути громадського транспорту на основі попиту пасажирів, умов руху та інших змінних. Одночасно буде відбуватись оптимізація паливної ефективності: ШІ використовується для оптимізації моделей водіння і продуктивності транспортного засобу, що призводить до зниження споживання палива і викидів в атмосферу.

ШІ дозволить суттєво покращити надання персоналізованих транспортних послуг, зокрема через оптимізацію спільних поїздок. При цьому алгоритми штучного інтелекту оптимізують сервіси спільного використання транспорту, ефективно підбираючи пасажирів і водіїв та прогножуючи моделі попиту. А персоналізація доступу до послуг ШІ покращує користувацький досвід у транспортних додатках, надаючи індивідуальні рекомендації та послуги [3].

5. Ланцюги постачання та логістика:

Оптимізація маршрутів: ШІ допомагає оптимізувати маршрути доставки, зменшуючи споживання палива та транспортні витрати.

Автоматизація складів: Робототехніка та системи автоматизації на основі штучного інтелекту спрощують складські операції, підвищуючи ефективність переміщення товарів.

6. Безпека.

Кібербезпека є ще однією з критичних проблем, над вирішенням якої працюють і автомобільні компанії і державні структури, зокрема міністерство транспорту США (U.S. Department of Transportation – USDOT) [29] для безпечного розгортання цих технологій у майбутньому [30]. Зокрема для створення комплексного середовища кібербезпеки, використовується Рамкова угода з кібербезпеки Національного інституту стандартів і технологій (NIST Cybersecurity Framework – CSF [31]), яка заохочує застосовувати методи, які покращують кібербезпеку транспортних засобів у Сполучених Штатах.

Покращена інтеграція ШІ з електромобілями, стрімке зростання їх продажів [32], (рис. 2) показує, що кібербезпека у сфері транспортних технологій, зокрема для AVs на базі електромобілів, представляє окремий спектр проблем безпеки. Взаємозв'язок цих транспортних засобів із цифровими мережами та їх автономними можливостями створює потенційні вразливості, якими можуть скористатися зловмисники. Наслідки порушень безпеки поширюються не тільки на операторів транспортних засобів і пасажирів; вони можуть вплинути на критичну інфраструктуру, громадську безпеку та підірвати довіру до цих трансформаційних технологій [33].

Важливість безпеки в транспортних технологіях є багатогранною. Порушення безпеки транспортних засобів може призвести до аварій, створюючи загрозу для життя та здоров'я пасажирів і пішоходів [35]. Надійні заходи безпеки мають вирішальне значення для запобігання несанкціонованому доступу, кібератакам і маніпуляціям. Так званих «підключених» (Connected cars), які здатні ділитися інформацією щодо моніторингу та запису того, що відбувається як всередині, так і зовні з іншими пристроями, особливо іншими автомобілями, через Інтернет, тобто є частиною великої екосистеми Інтернету речей (IoT), у 2021 році було 237 мільйонів, а в 2025 таких ТЗ прогнозується до 400 мільйонів [36]. А продажі ТЗ із принаймні 3-м рівнем автономності за десятиліття зростуть на 2900 відсотків, з менш ніж двох мільйонів у 2020 році до 58 мільйонів одиниць у 2030 році [36].

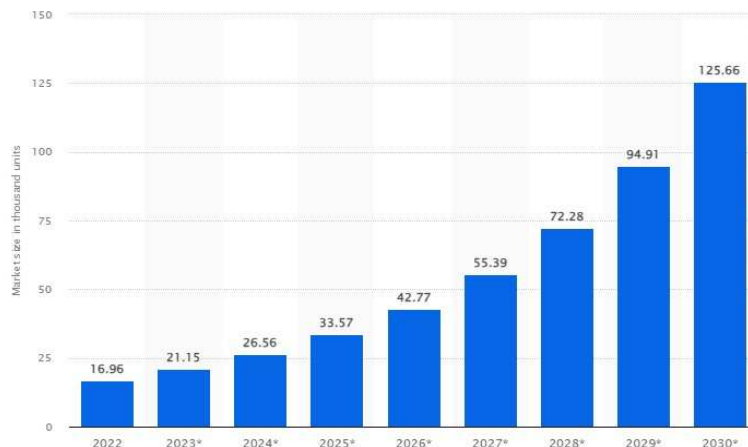


Рис. 2. Кількість автономних автомобілів у світі в 2022 році з прогнозом до 2030 року (в 1000 одиниць) [34]

Захист як від збоїв, так і від кібератак постійно удосконалюється, охоплюючи всі системи. Наведемо приклад: мережа контролера (CAN bus) – це протокол передачі даних між різними частинами автомобіля. Повідомлення переміщується через шину CAN від одного вузла до іншого, але повідомлення не містить інформації про адреси джерела та призначення для автентифікації. Таким чином, зловмисник може легко ввести будь-яке повідомлення, яке призведе до системних збоїв. Тому для впровадження автомобільних мереж, що самоорганізуються (Vehicular ad hoc networks – VANET), [37] розробляються методи машинного навчання для кластеризації та класифікації вторгнень за допомогою алгоритмів KNN і SVM [38].

Ще однією з сфер застосування ШІ на транспорті, зокрема для підвищення безпеки, надійності та ефективності транспортних систем є спостереження та моніторинг.

Відеоаналітика та розпізнавання об'єктів зі штучним інтелектом підвищує безпеку, виявляючи підозрілі дії в транспортних вузлах. Алгоритми ШІ аналізують відеопотоки з камер спостереження для виявлення і розпізнавання об'єктів, таких як ТЗ, пішоходи [39] і незвичайні дії. При цьому виконуються наступні функції:

Розпізнавання номерних знаків (LPR): Системи зі штучним інтелектом можуть зчитувати номерні знаки, що дає змогу автоматично ідентифікувати транспортні засоби з метою безпеки та управління дорожнім рухом [40]. В 2022 році понад 75 країн вже використовували у своїх великих містах датчики, що інтегровані з системами автоматичного розпізнавання номерних знаків (Automatic Number Plate Recognition – ANPR) [41]. Систематичний огляд ANPR з обговоренням трьох аспектів: технічний прогрес і технології ANPR, аналіз факторів ефективності використання в різних контекстах, а також випадки застосування цієї технології, політики та майбутні напрямки досліджень наведено в [41]. Прикладом впровадження інтелектуальної системи моніторингу є система безпеки на дорогах ClearWay. Це технологія ITS від Navtech Radar, яка надає можливості комплексного автоматичного виявлення інцидентів, підрахунок і класифікацію транспортних засобів, а також ситуаційну обізнаність [42].

Виявлення аномалій, зокрема аналіз поведінки та моніторинг натовпу. ШІ може вивчати типові моделі поведінки в транспортному середовищі і виявляти аномалії, такі як підозрілі дії, залишені без

нагляду об'єкти або нестабільна поведінка водія. Також алгоритми ШІ можуть аналізувати відеодані для моніторингу щільності натовпу і виявлення аномальної поведінки, що корисно для транспортних вузлів і великих заходів. А відстежуючи поведінку конкретного водія в режимі реального часу, ШІ може покращити дотримання правил безпеки і знизити ризик аварій.

Розпізнавання облич: контроль доступу та ідентифікація злочинців. Системи розпізнавання облич на основі ШІ можуть покращити контроль доступу на транспортних об'єктах, обмежуючи доступ лише авторизованому персоналу та підвищуючи безпеку. А зіставлення облич з базами даних відомих осіб допомагає правоохоронним органам виявляти потенційні загрози.

ШІ дозволяє проводити моніторинг і аналіз відеопотоків у режимі реального часу, що дає змогу миттєво реагувати на інциденти безпеки [43], [44] або нештатні ситуації, наприклад порушення швидкісного режиму [45], і завчасно їх попереджати. Це мабуть один з найважливіших на сьогодні напрямів. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку приблизно 1,3 мільйона людей гинуть в результаті дорожньо-транспортних пригод [46]. Ще від 20 до 50 мільйонів людей отримують не смертельні травми, багато з них стають інвалідами внаслідок отриманих травм. Дорожньо-транспортні пригоди коштують більшості країн 3% їхнього валового внутрішнього продукту [46].

Предиктивна аналітика (predictive analytics) [47] задля оцінки ризиків і виконання превентивних дій. Алгоритми ШІ можуть аналізувати історичні дані та поточні умови, щоб передбачити потенційні ризики для безпеки або зони, де інциденти є найбільш ймовірними. Відповідно виявляючи такі потенційні проблеми завчасно, транспортні органи можуть вжити превентивних заходів для зменшення загроз безпеці.

Висновки. Використання у транспортній галузі передових технологій, таких як ШІ, великі дані, машинне навчання має призвести до підвищення безпеки та ефективності надання транспортних послуг, створення «розумних» міст та транспортних потоків, [3], що зменшить кількість ДТП, покращить екологічність транспортних потоків та створить більш відповідальне відношення до водіння автомобіля, зокрема через притягнення порушників до відповідальності. ШІ має допомогти зменшити проблеми транспортної галузі, як-от кількість смертей, заповнені

автотранспортом міста, пошкоджені дороги, безпека та економічна ефективність. Всі ці та багато інших переваг може надати використання таких технологій, як штучний інтелект. Однак людство має взяти всі необхідні заходи для убезпечення від ризиків широкого впровадження цих технологій – кібербезпека, питання конфіденційності та захисту прав людини і основоположних свобод, справедливість і доступ, що може створити «цифровий розрив», відлучення людини від ухвалення рішень, соціальні та економічні наслідки від втрати роботи, громадська довіра та прийняття тощо. Необхідна регулярна переоцінка та адаптація технологій, що створюються до етичних меж людства, тому що з розвитком технологій інтеграція ШІ в транспортні технології, ймовірно, розширюватиметься, вирішуючи проблеми і відкриваючи нові можливості для безпечніших, ефективніших і стійкіших транспортних систем.

1. N. Fötsch. LibGuides: Literature search: Snowball and citation search. URL: <https://libguides.ru.nl/literaturesearch/snowball> (accessed: 01.01.2024). **2.** M. J. Page et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*. Mar. 2021. Vol. 372. P. n160. doi: 10.1136/bmj.n160. **3.** AI in Transportation: 9 Disruptive Use Cases [2023 Update]. URL: <https://www.v7labs.com/blog/ai-in-transportation>, <https://www.v7labs.com/blog/ai-in-transportation> (accessed: 03.01.2024). **4.** SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience. URL: <https://www.sae.org/site/blog/sae-j3016-update> (accessed: 29.12.2023). **5.** J3016_202104: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles – SAE International. URL: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ (accessed: 29.12.2023). **6.** A. Morando, P. Gershon, B. Mehler, and B. Reimer. A model for naturalistic glance behavior around Tesla Autopilot disengagements. *Accid. Anal. Prev.* Oct. 2021. Vol. 161. P. 106348. doi: 10.1016/j.aap.2021.106348. **7.** J. M. Anderson, N. Kalra, K. D. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras, and T. A. Oluwatola. Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation, Mar. 2016. URL: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html (accessed: 27.12.2023). **8.** D. J. Hicks. The Safety of Autonomous Vehicles: Lessons from Philosophy of Science. *IEEE Technol. Soc. Mag.* Mar. 2018. Vol. 37, no. 1. Pp. 62–69. doi: 10.1109/MTS.2018.2795123. **9.** N. Kalra and S. M. Paddock. Driving to safety: How many miles of driving would it take to demonstrate autonomous vehicle reliability? *Transp. Res. Part Policy Pract.* 2016. Vol. 94. Pp. 182–193. doi: 10.1016/j.tra.2016.09.010. **10.** Drunk Driving | NHTSA. URL:

<https://www.nhtsa.gov/risky-driving/drunk-driving> (accessed: 27.12.2023).
11. National Highway Traffic Safety Administration. URL: <https://www.nhtsa.gov/> . (accessed: 29.12.2023). **12.** M. Blanco, J. Atwood, S. M. Russell, T. E. Trimble, J. A. McClafferty, and M. A. Perez. Automated Vehicle Crash Rate Comparison Using Naturalistic Data. Virginia Tech Transportation Institute. Jan. 2016. URL: <http://hdl.handle.net/10919/64420> (accessed: 29.12.2023). **13.** R. L. McCarthy. Autonomous Vehicle Accident Data Analysis: California OL 316 Reports: 2015–2020. *ASCE-ASME J Risk Uncert Engrg Sys Part B Mech Engrg*. Sep. 2021. Vol. 8, no. 034502. doi: 10.1115/1.4051779. **14.** N. A. Stanton, P. M. Salmon, G. H. Walker, and M. Stanton. Models and methods for collision analysis: A comparison study based on the Uber collision with a pedestrian. *Saf. Sci.* Dec. 2019. Vol. 120. Pp. 117–128. doi: 10.1016/j.ssci.2019.06.008. **15.** P. Penmetsa, P. Sheinidashtegol, A. Musaev, E. K. Adanu, and M. Hudnall. Effects of the autonomous vehicle crashes on public perception of the technology. *IATSS Res.* Dec. 2021. Vol. 45, no. 4. Pp. 485–492. doi: 10.1016/j.iatssr.2021.04.003. **16.** D. Watzenig and M. Horn. Introduction to Automated Driving. *Automated Driving: Safer and More Efficient Future Driving* / Eds. Cham. Springer International Publishing, 2017. Pp. 3–16. doi: 10.1007/978-3-319-31895-0_1. **17.** W. H. K. Wachenfeld. How Stochastic can Help to Introduce Automated Driving. Ph.D. Thesis, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, 2017. URL: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/5949/> (accessed: 24.11.2023). **18.** CAIR et al. GEAR 2030 Strategy 2015–2017: comparative analysis of the competitive position of the EU automotive industry and the impact of the introduction of autonomous vehicles: final report. LU: Publications Office of the European Union, 2017. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2873/83569> (accessed: 24.11.2023). **19.** G. Meyer. European Roadmaps, Programs, and Projects for Innovation in Connected and Automated Road Transport. in *Road Vehicle Automation 5* / Editors: Gereon Meyer, Sven Beiker. Cham : Springer International Publishing, 2019. Pp. 27–39. doi: 10.1007/978-3-319-94896-6_3. **20.** J. Intell. Road crack avoidance: a convolutional neural network-based smart transportation system for intelligent vehicles. *Transp. Syst.* Jun. 2023. doi: 10.1080/15472450.2023.2175613. **21.** K.-Y. Lin, P.-Y. Liu, P.-K. Wang, C.-L. Hu, and Y. Cai. Predicting Road Traffic Risks with CNN-And-LSTM Learning over Spatio-Temporal and Multi-Feature Traffic Data. *The Proceedings – 2023. IEEE International Conference on Software Services Engineering. SSE 2023*. Pp. 305–311. doi: 10.1109/SSE60056.2023.00049. **22.** K. Kušič, R. Schumann, and E. Ivanjko. A digital twin in transportation: Real-time synergy of traffic data streams and simulation for virtualizing motorway dynamics. *Adv. Eng. Inform.* Jan. 2023. Vol. 55. P. 101858. doi: 10.1016/j.aei.2022.101858. **23.** R. Singh et al. Highway 4.0: Digitalization of highways for vulnerable road safety development with intelligent IoT sensors and machine learning. *Saf. Sci.* Nov.

2021. Vol. 143. P. 105407. doi: 10.1016/j.ssci.2021.105407.

24. O. Correspondent. NHAI goes digital with cloud & AI-powered big data analytics platform. URL: <https://www.itln.in/nhai-goes-digital-with-cloud-ai-powered-big-data-analytics-platform-road-transportation> (accessed: 03.01.2024).

25. S. Warde. Machine Learning tool Alchemite predicts highway drainage problems. Intellegens. URL: <https://intellegens.com/machine-learning-tool-alchemite-predicts-highway-drainage-problems/> (accessed: 03.01.2024).

26. C. Theoharatos. RoadEye: Road Condition Monitoring using Computer Vision and Deep Learning Techniques. *Inf. Intell. Syst. Appl.* May 2020. Vol. 1, no. 1. Art. no. 1. doi: 10.26220/iisa.3326.

27. C. Karakuzu and O. Demirci. Fuzzy logic based smart traffic light simulator design and hardware implementation. *Appl. Soft Comput.* Jan. 2010. Vol. 10, no. 1. Pp. 66–73. doi: 10.1016/j.asoc.2009.06.002.

28. F. Batsch, S. Kanarachos, M. Cheah, R. Ponticelli, and M. Blundell. A taxonomy of validation strategies to ensure the safe operation of highly automated vehicles. *J. Intell. Transp. Syst.* 2022. Vol. 26, no. 1. Pp. 14–33. doi: <https://doi.org/10.1080/15472450.2020.1738231>.

29. Departmental Cyber Security Policy | US Department of Transportation. URL: <https://www.transportation.gov/digitalstrategy/policyarchive/Departmental-Cyber-Security-Policy> (accessed: 30.12.2023).

30. Automated Vehicles for Safety | NHTSA. URL: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety> (accessed: 27.12.2023).

31. Cybersecurity Framework. NIST, Nov. 2013. URL: <https://www.nist.gov/cyberframework> (accessed: 30.12.2023).

32. Self-Driving Cars and Trucks Market Analysis | 2023–2030. URL: <https://www.nextmsc.com/report/self-driving-cars-and-trucks-market> (accessed: 01.01.2024).

33. H. Alqahtani and G. Kumar. Machine learning for enhancing transportation security: A comprehensive analysis of electric and flying vehicle systems. *Eng. Appl. Artif. Intell.* Mar. 2024. Vol. 129. P. 107667. doi: 10.1016/j.engappai.2023.107667.

34. Martin Placek. Projected number of autonomous vehicles worldwide 2030. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1230664/projected-number-autonomous-cars-worldwide/> (accessed: 01.01.2024).

35. L. M. Da Silva, I. G. Ferrao, and K. R. L. J. C. Branco. A Systematic Mapping Study in Intrusion Detection System for Unmanned Aerial Vehicles Security. *Presented at the 2022 19th Latin American Robotics Symposium, 2022 14th Brazilian Symposium on Robotics and 2022 13th Workshop on Robotics in Education.* LARS-SBR-WRE 2022. Pp. 43–48. doi: 10.1109/LARS/SBR/WRE56824.2022.9995987.

36. P. Martin. Connected cars worldwide – statistics & facts. Statista. URL: <https://www.statista.com/topics/1918/connected-cars/> (accessed: 01.01.2024).

37. VANET. Вікіпедія. May 15, 2022. URL: <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=VANET&oldid=35762203> (accessed:

01.01.2024). **38.** A. Alshammari, M. A. Zohdy, D. Debnath, and G. Corser. Classification Approach for Intrusion Detection in Vehicle Systems. *Wirel. Eng. Technol.* Oct. 2018. Vol. 9, no. 4. Art. no. 4. doi: 10.4236/wet.2018.94007. **39.** M. A. Jawale, P. William, A. B. Pawar, and N. Marriwala. Implementation of number plate detection system for vehicle registration using IOT and recognition using CNN. *Meas. Sens.* Jun. 2023. Vol. 27. P. 100761. doi: 10.1016/j.measen.2023.100761. **40.** X. A. Davix, C. S. Christopher, and D. Judson. Detection of the vehicle license plate using a kernel density with default search radius algorithm filter. *Optik.* Sep. 2020. Vol. 218. P. 164689. doi: 10.1016/j.ijleo.2020.164689. **41.** J. Tang, L. Wan, J. Schooling, P. Zhao, J. Chen, and S. Wei. Automatic number plate recognition (ANPR) in smart cities: A systematic review on technological advancements and application cases. *Cities.* Oct. 2022. Vol. 129. P. 103833. doi: 10.1016/j.cities.2022.103833. **42.** Automatic Incident Detection. Navtech Radar. URL: <https://navtechradar.com/explore/automatic-incident-detection/> (accessed: 03.01.2024). **43.** Y. Ali, F. Hussain, and M. M. Haque. Advances, challenges, and future research needs in machine learning-based crash prediction models: A systematic review. *Accid. Anal. Prev.* Jan. 2024. Vol. 194. P. 107378. doi: 10.1016/j.aap.2023.107378. **44.** M. Libnao, M. Misula, C. Andres, J. Mariñas, and A. Fabregas. Traffic incident prediction and classification system using naïve bayes algorithm. *Procedia Comput. Sci.* Jan. 2023. Vol. 227. Pp. 316–325. doi: 10.1016/j.procs.2023.10.530. **45.** T. Kumar and D. S. Kushwaha. An Efficient Approach for Detection and Speed Estimation of Moving Vehicles. *Procedia Comput. Sci.* Jan. 2016. Vol. 89. Pp. 726–731. doi: 10.1016/j.procs.2016.06.045. **46.** Road traffic injuries. WHO. 2023. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (accessed: 27.11.2023). **47.** Predictive Analytics: benefits and perspectives of the market. AM-BITS. URL: <https://am-bits.com/en/2021/04/15/predictive-analytics-benefits-and-perspectives-of-the-market> (accessed: 03.01.2024). **48.** M. Gubach, S. Klimov, A. Litvinchuk. Oxygen sensors in determining the technical condition of the catalytic converter using on-board diagnostics systems. *Current Trends in Young Scientists. Research* : VIII All Ukrainian Scientific and Practical Conference (April 22, 2021). Zhytomyr : ZSTU, 2021. P. 216–217. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/current-trends-in-young-scientists-researches/> (accessed: 03.01.2024).

REFERENCES:

1. N. Fötsch. LibGuides: Literature search: Snowball and citation search. URL: <https://libguides.ru.nl/literaturesearch/snowball> (accessed: 01.01.2024).
2. M. J. Page et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ.* Mar. 2021.

Vol. 372. P. n160. doi: 10.1136/bmj.n160. **3.** AI in Transportation: 9 Disruptive Use Cases [2023 Update]. URL: <https://www.v7labs.com/blog/ai-in-transportation>, <https://www.v7labs.com/blog/ai-in-transportation> (accessed: 03.01.2024). **4.** SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience. URL: <https://www.sae.org/site/blog/sae-j3016-update> (accessed: 29.12.2023). **5.** J3016_202104: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles – SAE International. URL: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ (accessed: 29.12.2023). **6.** A. Morando, P. Gershon, B. Mehler, and B. Reimer. A model for naturalistic glance behavior around Tesla Autopilot disengagements. *Accid. Anal. Prev.* Oct. 2021. Vol. 161. P. 106348. doi: 10.1016/j.aap.2021.106348. **7.** J. M. Anderson, N. Kalra, K. D. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras, and T. A. Oluwatola. Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation, Mar. 2016. URL: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html (accessed: 27.12.2023). **8.** D. J. Hicks. The Safety of Autonomous Vehicles: Lessons from Philosophy of Science. *IEEE Technol. Soc. Mag.* Mar. 2018. Vol. 37, no. 1. Pp. 62–69. doi: 10.1109/MTS.2018.2795123. **9.** N. Kalra and S. M. Paddock. Driving to safety: How many miles of driving would it take to demonstrate autonomous vehicle reliability? *Transp. Res. Part Policy Pract.* 2016. Vol. 94. Pp. 182–193. doi: 10.1016/j.tra.2016.09.010. **10.** Drunk Driving | NHTSA. URL: <https://www.nhtsa.gov/risky-driving/drunk-driving> (accessed: 27.12.2023). **11.** National Highway Traffic Safety Administration. URL: <https://www.nhtsa.gov/> (accessed: 29.12.2023). **12.** M. Blanco, J. Atwood, S. M. Russell, T. E. Trimble, J. A. McClafferty, and M. A. Perez. Automated Vehicle Crash Rate Comparison Using Naturalistic Data. Virginia Tech Transportation Institute. Jan. 2016. URL: <http://hdl.handle.net/10919/64420> (accessed: 29.12.2023). **13.** R. L. McCarthy. Autonomous Vehicle Accident Data Analysis: California OL 316 Reports: 2015–2020. *ASCE-ASME J Risk Uncert Engrg Sys Part B Mech Engrg.* Sep. 2021. Vol. 8, no. 034502. doi: 10.1115/1.4051779. **14.** N. A. Stanton, P. M. Salmon, G. H. Walker, and M. Stanton. Models and methods for collision analysis: A comparison study based on the Uber collision with a pedestrian. *Saf. Sci.* Dec. 2019. Vol. 120. Pp. 117–128. doi: 10.1016/j.ssci.2019.06.008. **15.** P. Penmetsa, P. Sheinidashtegol, A. Musaev, E. K. Adanu, and M. Hudnall. Effects of the autonomous vehicle crashes on public perception of the technology. *IATSS Res.* Dec. 2021. Vol. 45, no. 4. Pp. 485–492. doi: 10.1016/j.iatssr.2021.04.003. **16.** D. Watzenig and M. Horn. Introduction to Automated Driving. *Automated Driving: Safer and More Efficient Future Driving /* Eds. Cham. Springer International Publishing, 2017. Pp. 3–16. doi: 10.1007/978-3-319-31895-0_1. **17.** W. H. K. Wachenfeld. How Stochastic can Help to Introduce Automated Driving. Ph.D. Thesis, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, 2017. URL: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/5949/>

(accessed: 24.11.2023). **18.** CAIR et al. GEAR 2030 Strategy 2015–2017: comparative analysis of the competitive position of the EU automotive industry and the impact of the introduction of autonomous vehicles: final report. LU: Publications Office of the European Union, 2017. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2873/83569> (accessed: 24.11.2023). **19.** G. Meyer. European Roadmaps, Programs, and Projects for Innovation in Connected and Automated Road Transport. in *Road Vehicle Automation 5* / Editors: Gereon Meyer, Sven Beiker. Cham : Springer International Publishing, 2019. Pp. 27–39. doi: 10.1007/978-3-319-94896-6_3. **20.** J. Intell. Road crack avoidance: a convolutional neural network-based smart transportation system for intelligent vehicles. *Transp. Syst.* Jun. 2023. doi: 10.1080/15472450.2023.2175613. **21.** K.-Y. Lin, P.-Y. Liu, P.-K. Wang, C.-L. Hu, and Y. Cai. Predicting Road Traffic Risks with CNN-And-LSTM Learning over Spatio-Temporal and Multi-Feature Traffic Data. presented at the Proceedings – 2023. *IEEE International Conference on Software Services Engineering. SSE 2023*. Pp. 305–311. doi: 10.1109/SSE60056.2023.00049. **22.** K. Kušić, R. Schumann, and E. Ivanjko. A digital twin in transportation: Real-time synergy of traffic data streams and simulation for virtualizing motorway dynamics. *Adv. Eng. Inform.* Jan. 2023. Vol. 55. P. 101858. doi: 10.1016/j.aei.2022.101858. **23.** R. Singh et al. Highway 4.0: Digitalization of highways for vulnerable road safety development with intelligent IoT sensors and machine learning. *Saf. Sci.* Nov. 2021. Vol. 143. P. 105407. doi: 10.1016/j.ssci.2021.105407. **24.** O. Correspondent. NHAI goes digital with cloud & AI-powered big data analytics platform. URL: <https://www.itln.in/nhai-goes-digital-with-cloud-ai-powered-big-data-analytics-platform-road-transportation> (accessed: 03.01.2024). **25.** S. Warde. Machine Learning tool Alchemite predicts highway drainage problems. Intellegens. URL: <https://intellegens.com/machine-learning-tool-alchemite-predicts-highway-drainage-problems/> (accessed: 03.01.2024). **26.** C. Theoharatos. RoadEye: Road Condition Monitoring using Computer Vision and Deep Learning Techniques. *Inf. Intell. Syst. Appl.* May 2020. Vol. 1, no. 1. Art. no. 1. doi: 10.26220/iisa.3326. **27.** C. Karakuzu and O. Demirci. Fuzzy logic based smart traffic light simulator design and hardware implementation. *Appl. Soft Comput.* Jan. 2010. Vol. 10, no. 1. Pp. 66–73. doi: 10.1016/j.asoc.2009.06.002. **28.** F. Batsch, S. Kanarachos, M. Cheah, R. Ponticelli, and M. Blundell. A taxonomy of validation strategies to ensure the safe operation of highly automated vehicles. *J. Intell. Transp. Syst.* 2022. Vol. 26, no. 1. Pp. 14–33. doi: <https://doi.org/10.1080/15472450.2020.1738231>. **29.** Departmental Cyber Security Policy | US Department of Transportation. URL: <https://www.transportation.gov/digitalstrategy/policyarchive/Departmental-Cyber-Security-Policy> (accessed: 30.12.2023). **30.** Automated Vehicles for Safety | NHTSA. URL: <https://www.nhtsa.gov/technology->

innovation/automated-vehicles-safety (accessed: 27.12.2023).

31. Cybersecurity Framework. NIST, Nov. 2013. URL: <https://www.nist.gov/cyberframework> (accessed: 30.12.2023).

32. Self-Driving Cars and Trucks Market Analysis | 2023–2030. URL: <https://www.nextmsc.com/report/self-driving-cars-and-trucks-market> (accessed: 01.01.2024).

33. H. Alqahtani and G. Kumar. Machine learning for enhancing transportation security: A comprehensive analysis of electric and flying vehicle systems. *Eng. Appl. Artif. Intell.* Mar. 2024. Vol. 129. P. 107667. doi: 10.1016/j.engappai.2023.107667.

34. Martin Placek. Projected number of autonomous vehicles worldwide 2030. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1230664/projected-number-autonomous-cars-worldwide/> (accessed: 01.01.2024).

35. L. M. Da Silva, I. G. Ferrao, and K. R. L. J. C. Branco. A Systematic Mapping Study in Intrusion Detection System for Unmanned Aerial Vehicles Security. *Presented at the 2022 19th Latin American Robotics Symposium, 2022 14th Brazilian Symposium on Robotics and 2022 13th Workshop on Robotics in Education.* LARS-SBR-WRE 2022. Pp. 43–48. doi: 10.1109/LARS/SBR/WRE56824.2022.9995987.

36. P. Martin. Connected cars worldwide – statistics & facts. Statista. URL: <https://www.statista.com/topics/1918/connected-cars/> (accessed: 01.01.2024).

37. VANET. Wikipediia. May 15, 2022. URL: <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=VANET&oldid=35762203> (accessed: 01.01.2024).

38. A. Alshammari, M. A. Zohdy, D. Debnath, and G. Corser. Classification Approach for Intrusion Detection in Vehicle Systems. *Wirel. Eng. Technol.* Oct. 2018. Vol. 9, no. 4. Art. no. 4. doi: 10.4236/wet.2018.94007.

39. M. A. Jawale, P. William, A. B. Pawar, and N. Marriwala. Implementation of number plate detection system for vehicle registration using IOT and recognition using CNN. *Meas. Sens.* Jun. 2023. Vol. 27. P. 100761. doi: 10.1016/j.measen.2023.100761.

40. X. A. Davix, C. S. Christopher, and D. Judson. Detection of the vehicle license plate using a kernel density with default search radius algorithm filter. *Optik.* Sep. 2020. Vol. 218. P. 164689. doi: 10.1016/j.ijleo.2020.164689.

41. J. Tang, L. Wan, J. Schooling, P. Zhao, J. Chen, and S. Wei. Automatic number plate recognition (ANPR) in smart cities: A systematic review on technological advancements and application cases. *Cities.* Oct. 2022. Vol. 129. P. 103833. doi: 10.1016/j.cities.2022.103833.

42. Automatic Incident Detection. Navtech Radar. URL: <https://navtechradar.com/explore/automatic-incident-detection/> (accessed: 03.01.2024).

43. Y. Ali, F. Hussain, and M. M. Haque. Advances, challenges, and future research needs in machine learning-based crash prediction models: A systematic review. *Accid. Anal. Prev.* Jan. 2024. Vol. 194. P. 107378. doi: 10.1016/j.aap.2023.107378.

44. M. Libnao, M. Misula, C. Andres, J. Mariñas, and A. Fabregas. Traffic incident prediction and classification system using naïve bayes algorithm. *Procedia Comput. Sci.* Jan. 2023. Vol. 227. Pp. 316–325.

doi: 10.1016/j.procs.2023.10.530. **45.** T. Kumar and D. S. Kushwaha. An Efficient Approach for Detection and Speed Estimation of Moving Vehicles. *Procedia Comput. Sci.* Jan. 2016. Vol. 89. Pp. 726–731. doi: 10.1016/j.procs.2016.06.045. **46.** Road traffic injuries. WHO. 2023. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (accessed: 27.11.2023). **47.** Predictive Analytics: benefits and perspectives of the market. AM-BITS. URL: <https://am-bits.com/en/2021/04/15/predictive-analytics-benefits-and-perspectives-of-the-market> (accessed: 03.01.2024). **48.** M. Gubach, S. Klimov, A. Litvinchuk. Oxygen sensors in determining the technical condition of the catalytic converter using on-board diagnostics systems. *Current Trends in Young Scientists. Research* : VIII All Ukrainian Scientific and Practical Conference (April 22, 2021). Zhytomyr : ZSTU, 2021. P. 216–217. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/current-trends-in-young-scientists-researches/> (accessed: 03.01.2024).

Klimov S. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Nikonchuk V. M., Doctor of Economics, Professor, Khitrov I. O., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, s.v.klimov@nuwm.edu.ua)

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN INFORMATION SYSTEMS IN ROAD TRANSPORT

Artificial intelligence (AI) is increasingly influencing the formation of the future, transport technologies in general and road transport in particular. More and more innovative solutions are being proposed to improve the safety, efficiency and sustainable development of AI implementation. Therefore, this study analyzes the current state and promising directions of AI implementation in information systems in road transport. The advantages and disadvantages of such implementation are analyzed, and the preventive measures against the predicted risks are introduced.

The analysis of the predicted ways of AI implementation allowed to identify a number of the most promising areas: Creation of autonomous vehicles, traffic management, predictive maintenance, optimization of public transport and individual transportation services, supply chains and logistics, and security.

The article provides a classification of vehicle automation levels

and analyzes the benefits of using AI for autonomous vehicles (reduction of road accidents due to driver errors, mobility of young people and people with limited mobility, human liberation, etc.).

The importance and versatility of security in transportation technologies is also discussed. Violation of vehicle security can lead to accidents, posing a threat to the life and health of passengers and pedestrians, unauthorized access, cyberattacks, and manipulation. The article analyzes how video analytics and AI object recognition improve security by detecting suspicious activities at transport hubs.

Among the issues that need to be addressed before the widespread adoption of AI technologies are also the issues of human privacy, equity of access to new technologies, social and economic consequences, public trust and acceptance.

***Keywords:* artificial intelligence; information systems; transport systems; road transport; transport technologies; vehicle reliability.**